



## Safety-belt arrangement

**Patent number:** DE10296133T  
**Publication date:** 2004-04-15  
**Inventor:** INGEMARSSON ANDERS [SE]; WIGSTROEM FREDRIK [SE]  
**Applicant:** AUTOLIV DEV AB VARGARDA [SE]  
**Classification:**  
- **international:** B60R22/28; B60R22/34; B60R22/46; B60R21/01  
- **european:**  
**Application number:** DE20021096133T 20020125  
**Priority number(s):** GB20010002926 20010206; GB20010014284 20010612; WO2002SE00119 20020125

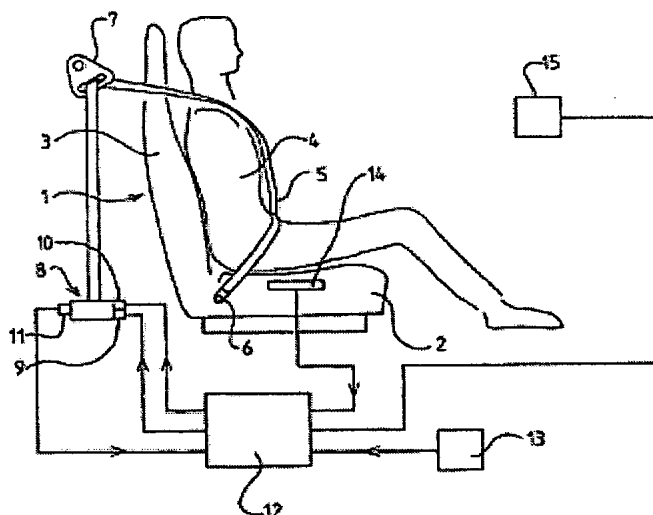
**Also published as:**

 WO02062630 (A1)  
 US2004113409 (A1)

Abstract not available for DE10296133T

Abstract of corresponding document: **US2004113409**

A safety-belt arrangement for use in a motor vehicle has a safety-belt (5), one end of which is connected to a retractor (8), a sensor (11) generates a signal representative of the amount of safety-belt paid-out from the retractor. A force limiter (10) is associated with the retractor to permit safety-belt to be paid-out with a variable force limiting effect. A control arrangement (12) changes the level of force applied by the force limiter (10) in dependence upon the length of safety-belt paid-out from the retractor.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 96 133 T5** 2004.04.15

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/062630**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 96 133.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE02/00119**  
(86) PCT-Anmeldetag: **25.01.2002**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.08.2002**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **15.04.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B60R 22/28**  
**B60R 22/34, B60R 22/46, B60R 21/01**

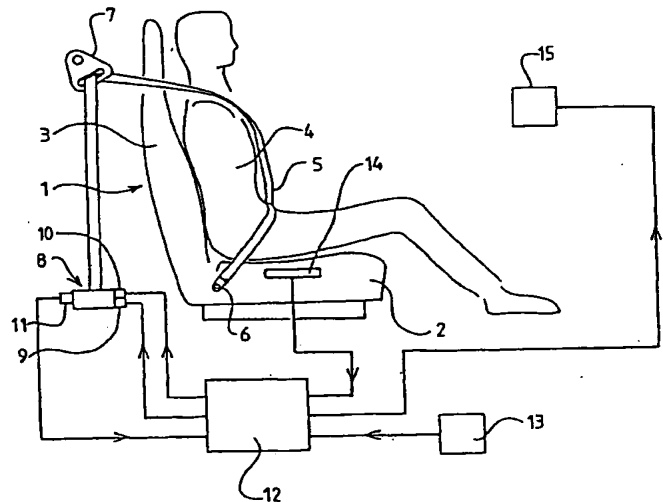
(30) Unionspriorität:  
**0102926.3**      **06.02.2001**      **GB**  
**0114284.3**      **12.06.2001**      **GB**  
(71) Anmelder:  
**Autoliv Development AB, Vargarda, SE**

(74) Vertreter:  
**Becker und Kollegen, 40878 Ratingen**  
(72) Erfinder:  
**Ingemarsson, Anders, Kungsbacka, SE;**  
**Wigström, Fredrik, Floda, SE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Sicherheitsgurtanordnung**

(57) Hauptanspruch: Sicherheitsgurtanordnung zum Gebrauch in einem Kraftfahrzeug, wobei die Sicherheitsgurtanordnung einen mit einem Ende mit einer Aufrollvorrichtung verbundenen Sicherheitsgurt, einen Sensor zur Erzeugung eines die Länge des aus der Aufrollvorrichtung ausgezogenen Sicherheitsgurtes darstellenden Signals, eine der Aufrollvorrichtung zugeordnete Kraftbegrenzungsvorrichtung, die dazu geeignet ist, das der Sicherheitsgurt mit einem variablen Kraftbegrenzungseffekt ausgegeben wird, ferner Mittel zum Ändern des durch die Kraftbegrenzungsvorrichtung ausgeübten Kraftniveaus sowie eine Steuereinheit zum Empfangen eines Signals von dem Sensor und zum zumindest teilweise als Reaktion auf das Signal erfolgenden Erzeugen eines Ausgangssignals zum Steuern des das Kraftniveau ändernden Mittels umfaßt.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsgurtanordnung, und insbesondere eine Sicherheitsgurtanordnung, die zum Gebrauch in einem Kraftfahrzeug bestimmt ist.

[0002] Eine einfache Sicherheitsgurtanordnung, wie weithin in Gebrauch, umfaßt eine Becken-und-Diagonal-Sicherheitsgurtanordnung (oder "Dreipunkt"-Sicherheitsgurt), wobei ein Ende des Sicherheitsgurts an einem Teil des Fahrzeugs verankert ist, ein Zwischenteil des Sicherheitsgurts mit einer Zunge versehen ist, die lösbar mit einer starren Schnalle in Eingriff zu bringen ist, und das andere Ende des Sicherheitsgurts, das durch einen Umlenkbeschlag laufen kann, auf die Welle einer Aufrollvorrichtung gewickelt ist. Die Aufrollvorrichtung schließt einen Mechanismus ein, der die Welle der Aufrollvorrichtung blockiert, um zu verhindern, daß weiterer Sicherheitsgurt aus der Aufrollvorrichtung ausgegeben wird, wenn ein Unfall oder eine potentielle Unfallsituation erfaßt wird. Wenn der Sicherheitsgurt auf diese Weise blockiert ist, kann der Sicherheitsgurt jedoch unter bestimmten Umständen eine sehr große Verzögerungskraft auf den Insassen des Fahrzeugs ausüben, wodurch der Insasse sehr schnell verlangsamt wird, und den Insassen möglicherweise verletzen.

[0003] Es wurde daher vorgeschlagen, eine Kraftbegrenzungsvorrichtung in einem Sicherheitsgurtsystem vorzusehen, wobei die Kraftbegrenzungsvorrichtung geeignet ist zu ermöglichen, daß eine bestimmte Sicherheitsgurtlänge mit einem kraftbegrenzenden oder energieabsorbierenden Effekt ausgezogen wird, wenn sehr hohe Kräfte auf den Sicherheitsgurt ausgeübt werden.

[0004] Es wurde vorgeschlagen, eine Anordnung vorzusehen, bei der der kraftbegrenzende Effekt bei Beginn oder während einer Unfallsituation variiert werden kann, abhängig von der Last, die durch die Sicherheitsgurtanordnung absorbiert werden muss. Eine Anordnung dieser Art ist in WO 9749583-A offenbart, worin die Welle einer Aufrollvorrichtung mit einer Torsionselementanordnung versehen ist, die den kraftbegrenzenden Effekt vorsieht. Die Torsionselementanordnung beinhaltet einen axial verlaufenden Torsionsstab und eine koaxiale Torsionshülse. Der Torsionsstab und die Torsionshülse enden jeweils mit einem Abschnitt, der einen jeweiligen gezahnten Umfang aufweist, der durch ein Sperrklinkelement lösbar in Eingriff genommen sein kann. Auf diese Weise kann das Maß des kraftbegrenzenden Effekts durch Auswählen entweder des Stabs oder der Hülse oder beider ausgewählt werden, um den kraftbegrenzenden Effekt vorzusehen.

[0005] Es ist wünschenswert, daß die Kraftbegrenzungsvorrichtung in einer typischen Unfallsituation einen hohen kraftbegrenzenden Effekt während der Anfangsphasen eines Unfalls vorsieht, wenn sich der Insasse im Verhältnis zum Fahrgestell nach vorne zu bewegen beginnt, und einen geringeren kraftbe-

grenzenden Effekt in einer nachfolgenden Phase des Unfalls vorsieht, wenn sich der Insasse nach vorne bewegt hat und auf einen sich aufblasenden Airbag aufzutreffen beginnt. Es wurde daher vorgeschlagen, eine Anordnung vorzusehen, bei der das Kraftniveau (oder Energieabsorptionsgrad) der Kraftbegrenzungsvorrichtung angepaßt wird, nachdem ein vorgegebener Zeitraum im Anschluß an das Erfassen eines Unfalls oder einer potentiellen Unfallsituation abgelaufen ist und nachdem daher die Vorspannvorrichtung ausgelöst wurde. Eine Anordnung dieser Art weist jedoch verschiedene Nachteile auf.

[0006] Viele Unfälle beginnen mit einer geringfügigen oder kurzen Interaktion mit einem ersten Objekt, wie etwa einem Zusammenprall mit einem eine relativ niedrige Geschwindigkeit aufweisenden Auto oder einem Aufprall auf die Fahrbahnkante oder eine Leitplanke, wobei auf diese geringfügige oder kurze Interaktion einige Augenblicke später ein schwerer Zusammenprall mit einem zweiten Objekt folgt, wie etwa einem entgegenkommenden Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit, einem Baum oder einem Gebäude. In einer derartigen Situation würde die erste Interaktion durch den Sensor erfaßt werden, der in dem Kraftfahrzeug zum Erkennen eines Unfalls oder einer potentiellen Unfallsituation vorgesehen ist. Der Sensor könnte verschiedene Sicherheitsgeräte in dem Kraftfahrzeug steuern, wie etwa eine Vorspannvorrichtung und einen Airbag, würde aber auch den Betrieb des Zeitgebers starten, der der Kraftbegrenzungsvorrichtung zugeordnet ist.

[0007] Bei einem Unfall dieser Art würde die Kraftbegrenzungsvorrichtung für einen Zeitraum im Anschluß an die geringfügige oder kurze Interaktion ein hohes Kraftniveau zeigen, der Insasse des Fahrzeugs könnte sich aber keineswegs nach vorne bewegen oder sich nur eine sehr kurze Strecke während dieses Zeitraums nach vorne bewegen. Vor dem schweren Zusammenprall mit dem zweiten Objekt könnte der Zeitgeber abgelaufen sein, und die Kraftbegrenzungsvorrichtung würde daher nur das niedrigere Kraftniveau aufweisen. Wenn dann der schwere Zusammenprall stattfindet, der bewirkt, daß sich der Insasse im Verhältnis zum Fahrgestell nach vorne bewegt, könnte das Kraftniveau, das durch die Kraftbegrenzungsvorrichtung vorgesehen ist, weitaus zu niedrig sein, um die ganze Energie des Insassen zu absorbieren, bevor der Insasse auf das Lenkrad oder das Armaturenbrett auftrifft.

[0008] Die vorliegende Erfindung strebt danach, eine verbesserte Sicherheitsgurtanordnung bereitzustellen.

[0009] Gemäß dieser Erfindung ist eine Sicherheitsgurtanordnung zum Gebrauch in einem Kraftfahrzeug bereitgestellt, wobei die Sicherheitsgurtanordnung einen Sicherheitsgurt, von dem ein Ende mit einer Aufrollvorrichtung verbunden ist, einen Sensor, der geeignet ist, ein Signal zu erzeugen, das die Menge des Sicherheitsgurts darstellt, die aus der Aufrollvorrichtung ausgegeben ist, eine Kraftbegren-

zungsvorrichtung, die der Aufrollvorrichtung zugeordnet und zu ermöglichen geeignet ist, dass der Sicherheitsgurt mit einem variablen Kraftbegrenzungseffekt ausgegeben wird, Mittel zum Ändern des Kraftniveaus, das durch die Kraftbegrenzungsvorrichtung ausgeübt wird, und eine Steuereinheit zum Empfangen eines Signals von dem Fühler und zum Erzeugen, zumindest teilweise als Reaktion auf das Signal, eines Ausgangssignals zum Steuern des Mittels, das das Kraftniveau ändert, umfaßt.

[0010] Vorzugsweise beinhaltet die Aufrollvorrichtung eine Vorspannvorrichtung.

[0011] Günstigerweise erzeugt die Steuereinheit das Ausgangssignal als Reaktion auf die Sicherheitsgurtmenge, die über die Sicherheitsgurtmenge hinaus ausgezogen wurde, die vor der Aktivierung der Vorspanneinrichtung ausgezogen wurde.

[0012] Alternativ dazu erzeugt die Steuereinheit das Ausgangssignal als Reaktion auf die Sicherheitsgurtmenge, die über die Sicherheitsgurtmenge hinaus ausgezogen wurde, die unmittelbar nach dem Aktivieren der Vorspannvorrichtung ausgezogen wurde.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform sind Mittel zum Blockieren des Sicherheitsgurts als Reaktion auf einen erfaßten Parameter vorgesehen, und die Steuereinheit erzeugt das Ausgangssignal zumindest teilweise als Reaktion auf eine vorgegebene Sicherheitsgurtmenge, die über eine Bezugslänge hinaus ausgezogen wurde, wobei Mittel zum Bestimmen der Bezugslänge im oder kurz nach dem Augenblick des Blockierens des Sicherheitsgurts vorgesehen sind.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Zusammenstoßsensor vorgesehen, und die Mittel zum Bestimmen der Bezugslänge sind geeignet, einen vorgegebenen Zeitraum, nachdem der Zusammenstoßsensor den Zusammenstoß erkannt hat, betätigt zu werden.

[0015] Der vorgegebene Zeitraum kann 20 bis 30 ms betragen und beträgt vorzugsweise 20 ms.

[0016] Vorzugsweise ist die Steuereinheit geeignet, das Steuersignal nach einem vorgegebenen Zeitraum, nachdem die vorgegebene Sicherheitsgurtmenge ausgezogen wurde, zu erzeugen.

[0017] In einer Ausführungsform sind Mittel zum Auswählen des vorgegebenen Zeitraums als Reaktion auf ein Signal vorgesehen, das die Schwere des Zusammenstoßes anzeigt.

[0018] Günstigerweise ist ein weiterer Sensor zum Erzeugen eines Signals vorgesehen, das einen Parameter des Insassen darstellt und an die Steuereinheit geleitet wird, wobei das Ausgangssignal der Steuereinheit auch mit dem Signal aus dem zweiten Sensor in Beziehung steht.

[0019] In einer Ausführungsform bestimmt der weitere Sensor das Gewicht des Sitzbenutzers.

[0020] In einer anderen Ausführungsform ist der weitere Sensor ein kapazitiver Sensor, der geeignet ist, den Wassergehalt des Sitzbenutzers zu bestimmen.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform ist der weitere Sensor ein optischer Sensor, der geeignet ist, einen Größenparameter des Sitzbenutzers zu bestimmen.

[0022] Vorzugsweise ist die Steuereinheit geeignet, einen Sitzbenutzer als Reaktion auf das Signal, das einen Parameter darstellt, in eine von mehreren Kategorien einzustufen, wobei die Sicherheitsgurtlänge, die zurückgezogen werden muß, um die Änderung in dem kraftbegrenzenden Effekt zu bewirken, von der Kategorie des Benutzers des Sitzes abhängt.

[0023] Günstigerweise umfaßt der variable kraftbegrenzende Effekt mehrere diskrete Kraftniveaus.

[0024] Vorzugsweise umfassen die Kraftniveaus zwei diskrete Kraftgrade.

[0025] Vorteilhafterweise ist ein Zusammenstoßsensor vorgesehen, der geeignet ist, ein Signal zu erzeugen, das die Schwere des Zusammenstoßes darstellt, und der kraftbegrenzende Effekt ist angepaßt, eine Funktion der Schwere des Zusammenstoßes zu sein.

[0026] Damit die Erfindung ohne weiteres zu verstehen ist und weitere Merkmale davon zu erkennen sind, wird die Erfindung nun als Beispiel unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0027] Es zeigen:

[0028] **Fig. 1** eine diagrammatische Figur, die eine Ausführungsform der Erfindung darstellt,

[0029] **Fig. 2** eine grafische Figur, die ein Diagramm der auf einen Sicherheitsgurt ausgeübten Kraft in Abhängigkeit von der für eine typische Person herausgezogenen Gurtlänge zeigt, und die zu Erläuterungszwecken bereitgestellt ist,

[0030] **Fig. 3** eine grafische Figur, die ein Diagramm der auf einen Sicherheitsgurt ausgeübten Kraft und der herausgezogenen Gurtlänge in Abhängigkeit von der Zeit für eine Situation zeigt, die der in **Fig. 1** gezeigten entspricht,

[0031] **Fig. 4** eine weitere grafische Figur, die **Fig. 2** entspricht, für eine schwere Person,

[0032] **Fig. 5** eine weitere grafische Figur, die **Fig. 2, 3** und **4** entspricht, für eine leichte Person, und

[0033] **Fig. 6** eine andere grafische Figur, die eine modifizierte Ausführungsform der Erfindung betrifft.

[0034] Beginnend unter Bezugnahme auf **Fig. 1** der beiliegenden Zeichnungen ist ein Fahrzeugsitz **1** mit einer Sitzfläche **2** und einer Rückenlehne **3** dargestellt. Der Sitz ist von einem Benutzer **4** besetzt. Der Benutzer **4** ist mit angelegtem Sicherheitsgurt dargestellt, der eine Sicherheitsgurtanordnung gemäß der Erfindung bildet. Der Sicherheitsgurt umfaßt ein Gurtband, von dem ein Ende an einem Teil des Fahrzeugsitzes verankert ist. In **Fig. 1** nicht gezeigt ist eine Zunge, die am Sicherheitsgurt angebracht und lösbar mit einer Schnalle in Eingriff gebracht ist, die auf der anderen Seite des Sitzes vorgesehen ist. Ein Teil des Sicherheitsgurtes **5** läuft durch einen Umlenkbeschlag **7**, und das andere Ende des Sicherheitsgurts ist mit einer Aufrollvorrichtung **8** verbunden, die am

Boden angebracht ist. Die Aufrollvorrichtung 8 ist geeignet, auf eine Unfallsituation zu reagieren und eine Welle in der Aufrollvorrichtung zu blockieren, um zu verhindern, daß weiterer Sicherheitsgurt aus der Aufrollvorrichtung ausgegeben wird, indem sie als Reaktion auf einen erfaßten Parameter, wie etwa eine vorgegebene Verlangsamung des Fahrzeugs, und/oder als Reaktion auf die Geschwindigkeit des Herausziehens des Sicherheitsgurtes aus der Aufrollvorrichtung blockiert. Die Aufrollvorrichtung ist mit einer Vorspannvorrichtung 9 versehen, die geeignet ist, als Reaktion auf das Erfassen einer Unfallsituation die Welle der Aufrollvorrichtung zu drehen, um den Sicherheitsgurt teilweise aufzuwickeln. Sicherheitsgurtanordnungen mit den oben beschriebenen Merkmalen sind allgemein bekannt und weithin in Gebrauch. Bei dieser Erfindung können jedoch alternative Mechanismen verwendet werden, die den Sicherheitsgurt als Reaktion auf einen erfaßten Parameter blockieren.

[0035] In der beschriebenen Ausführungsform beinhaltet die Aufrollvorrichtung 8 eine variable Kraftbegrenzungsvorrichtung 10. Die Kraftbegrenzungsvorrichtung 10 kann eine fortlaufend variable Kraftbegrenzungsvorrichtung, wie etwa ein einstellbarer Bremsmechanismus, der auf eine Scheibe oder Trommel einwirkt, die sich mit der Welle des Aufrollmechanismus mitdreht, oder eine variable Kraftbegrenzungsvorrichtung sein, die mehrere diskrete Kraftniveaus vorsieht, wie etwa eine Torsionselement-Kraftbegrenzungsvorrichtung der Art, die in WO 9749583-A offenbart ist, wie oben beschrieben.

[0036] Die Aufrollvorrichtung 8 ist mit einem Sensor 11 versehen, der geeignet ist, die Sicherheitsgurtmenge zu erfassen, die aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen wurde. Es wurden früher verschiedene Sensorarten vorgeschlagen, die diese Funktion erfüllen, und jeder dieser Sensoren kann verwendet werden. EP 0 723 895 A offenbart eine Anordnung, in der ein Getriebezug vorgesehen ist, der durch die Welle der Aufrollvorrichtung angetrieben wird und die Drehung eines Elements bewirkt, das eine teilweise spiralförmige Außenkante aufweist. Ein Sensor weist einen durch Federkraft vorgespannten Meßkopf auf, der die teilweise spiralförmige Außenkante in Eingriff nimmt, so daß sich, wenn Sicherheitsgurt aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen wird, das Element mit der teilweise spiralförmigen Außenkante dreht und der Grad der Drehung die Sicherheitsgurtlänge anzeigt, die herausgezogen wurde. Bei einer anderen, vorher vorgeschlagenen Anordnung ist ein Element, das sich mit der Welle mitdreht, mit mehreren Markierungen, die in regelmäßigen Abständen angeordnet sind, vorgesehen, welche durch einen optischen Sensor erfaßt werden. Der optische Sensor erzeugt einen diskreten Impuls für jede Markierung, die den Sensor passiert. Geeignete Schaltungstechnik, die an den Sensor angeschlossen ist, kann durch Feststellen der Anzahl der Drehungen oder Teildrehungen der Welle die Sicherheitsgurtlänge bestimm-

men, die ausgezogen wurde.

[0037] Das Ausgangssignal aus dem Sensor 11 wird an eine zentrale Steuereinheit 12 übermittelt. Die zentrale Steuereinheit 12 empfängt in der beschriebenen Ausführungsform auch Signale aus anderen Quellen. Die Steuereinheit 12 empfängt Signale von einem Unfallsensor 13 in der Ausbildung eines Beschleunigungssensors. Der Beschleunigungssensor sieht ein Ausgangssignal vor, wenn eine Verlangsamung über einen vorgegebenen Schwellenwert hinaus erfaßt wird. Der Beschleunigungssensor kann außerdem ein Signal vorsehen, das die Schwere des Zusammenstoßes anzeigt. Ein derartiger Unfallsensor 13 ist herkömmlich. Die Steuereinheit 12 kann auch Signale von einer weiteren Sensoranordnung empfangen, wobei die Signale einen Parameter des Benutzers des Sitzes darstellen. In der beschriebenen Ausführungsform der Erfindung ist ein Gewichtssensor 14 vorgesehen, der in der Sitzfläche 2 eingegliedert und geeignet ist, ein Signal zu erzeugen, das das Gewicht des Benutzers 4 anzeigt. Ein derartiger Sensor kann piezoelektrische Sensoreinrichtungen beinhalten. In alternativen Ausführungsformen der Erfindung kann der Sitz 1 mehrere kapazitive Platten beinhalten, die an geeignete Schaltungstechnik angeschlossen und geeignet sind, die Kapazitätsänderung zwischen den kapazitiven Platten zu bestimmen, wenn sich der Benutzer des Sitzes auf den Sitz setzt. Die Kapazitätsänderung ist eine Funktion des Gesamtwassergehalts des Sitzbenutzers, die eng mit dem Gesamtgewicht des Sitzbenutzers in Beziehung steht. Daher ist es unter Verwendung einer Anordnung dieser Art wiederum möglich, ein Signal zu erzeugen, das zumindest ungefähr mit dem Gewicht des Sitzbenutzers in Beziehung steht.

[0038] In zudem einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann statt dem Bestimmen des Gewichts eines Sitzbenutzers ein optionales System zur Anwendung kommen, das optisch die Größe des Sitzbenutzers oder die Größe von zumindest einem Teil des Sitzbenutzers bestimmt. Dieses erzeugt wiederum ein Signal, das zumindest proportional zum Gewicht des Sitzbenutzers ist.

[0039] In der gegenwärtig beschriebenen Ausführungsform ist die Steuereinheit 12 geeignet, nicht nur die Vorspann- und die Kraftbegrenzungsvorrichtung zu steuern, sondern auch einen Airbag 15, der vor dem Insassen angeordnet ist.

[0040] Während in der beschriebenen Ausführungsform die einzige Steuereinheit 12 eine Anzahl verschiedener Elemente steuert, könnten die Steuerfunktionen in alternativen Ausführungsformen unter einer Anzahl verschiedener, unabhängiger Steuereinheiten aufgeteilt sein.

[0041] Wie aus der folgenden Beschreibung ersichtlich sein wird, ist bei einer Sicherheitsgurtanordnung gemäß der Erfindung ein variabler kraftbegrenzender Effekt vorgesehen, wobei die Variation des kraftzeugenden Effekts eher als Reaktion auf die Sicherheitsgurtlänge gesteuert wird, die ausgezogen wur-

de, als auf die Zeit vom Beginn des Unfalls oder der potentiellen Unfallsituation ab. Außerdem wird in bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung die Sicherheitsgurtlänge, die ausgezogen werden muß, um eine Änderung des kraftbegrenzenden Effekts zu bewirken, abhängig von erfaßten Parametern des Insassen und außerdem möglicherweise als Reaktion auf ein Signal von dem Beschleunigungssensor bestimmt, welcher den Schweregrad des Unfalls anzeigt.

[0042] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 und 3, die grafische Figuren sind, wird nun die Arbeitsweise der Sicherheitsgurtanordnung gemäß Fig. 1 in einem typischen Unfall für eine Person mit typischem oder normalem Gewicht beschrieben. Die Kurve von Fig. 2 ist ein Diagramm der Kraft des kraftbegrenzenden Effekts, die in Abhängigkeit von der Sicherheitsgurtlänge aufgetragen ist, welche aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen ist. Die Kurve von Fig. 3 ist ein Diagramm von Kraft und herausgezogener Gurtlänge in Abhängigkeit von Zeit, wobei ansteigende Gurtbandlänge in Richtung auf den unteren Rand der Seite gezeigt ist.

[0043] Es ist ersichtlich, dass es zwei vorgegebene Verzögerungskräfte  $F_1$  und  $F_2$  gibt, die in der grafischen Darstellung gezeigt sind, wobei die Kraft  $F_2$  größer als die Kraft  $F_1$  ist. Diese Kräfte können beispielhaft als die Kräfte betrachtet werden, die durch den Torsionsstab bzw. das Torsionsrohr einer Anordnung wie in WO 9749583-A gezeigt vorgesehen sind.

[0044] Die Unfallsituation beginnt an Punkt 20 der grafischen Darstellung. In diesem Stadium wurde eine vorgegebene Sicherheitsgurtlänge aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen. Dies ist die Sicherheitsgurtlänge, die herausgezogen wird, wenn der Insasse den Sicherheitsgurt in der Position anordnet, die in Fig. 1 dargestellt ist. In diesem Beispiel ist diese Sicherheitsgurtlänge die Sicherheitsgurtlänge, die gewöhnlich eingesetzt ist, wenn der Insasse, der von normaler oder typischer Größe ist, bequem in einer aufrechten Position sitzt. Sie ist mit  $L_0$  gekennzeichnet. Wenn ein Unfall oder eine potentielle Unfallsituation durch den Beschleunigungssensor 13 erfaßt wird, wenn die Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, wird zur Zeit  $t_0$  ein Signal von der Steuereinheit 12 an die Vorspannvorrichtung 9 weitergeleitet, die zum Aufwickeln von Sicherheitsgurt auf die Welle der Aufrollvorrichtung 8 betätigt wird. Die Welle der Aufrollvorrichtung dreht sich daher, und falls gewünscht könnte der Sensor 11 erfassen, daß Sicherheitsgurt aufgewickelt wird, gegen eine sachte anwachsende Widerstandskraft, die allmählich auf ein Niveau  $F_p$  ansteigt, bis der Punkt erreicht ist, an dem der Sicherheitsgurt völlig stramm am Insassen anliegt. Die Gurtlänge, die aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen ist, ist nun auf einem Minimum  $L_m$ . Die Zeit ist nun  $t_{min}$ . Der Zeitraum zwischen  $t_0$  und  $t_{min}$  ist  $a$ , wie in Fig. 3 gezeigt. Dieser Zeitraum stellt die Zeit dar, die die Vorspannvorrichtung zum Vorspannen des Gurts

aufwendet. Zu Erklärungszwecken wird angenommen, daß der Unfall, der durch den Beschleunigungssensor 13 erfaßt wird, ein anfänglicher Aufprall auf die Fahrbahnkante oder eine Leitplanke ist. Die Verlangsamung des Fahrgestells des Fahrzeugs ist nur sehr gering, und daher bewegt sich der Insasse infolge des Aufpralls auf die Fahrbahnkante oder die Leitplanke um keine merkliche Strecke im Verhältnis zum Fahrgestell nach vorne. Da der Unfall jedoch von dem Beschleunigungssensor erfaßt wurde, wurde der Sicherheitsgurt durch die Vorspanneinrichtung vorgespannt, und der Insasse wurde durch die Vorspannvorrichtung im Verhältnis zum Fahrgestell nach hinten gezogen.

[0045] Wenn die Vorspannvorrichtung das Einziehen des Gurts beendet hat, läßt die Spannkraft auf den Gurt nach, und aufgrund der Elastizität des Gurts und auch aufgrund der Elastizität der Kleider und des Körpers des Insassen wird Gurt ausgezogen. Dabei weiten sich nun die Kleider des Insassen, die anfänglich während der Vorspannphase zusammengeedrückt wurden, wieder auf. Daher erhöht sich die ausgezogene Sicherheitsgurtlänge, während die Spannkraft auf den Sicherheitsgurt nachläßt.

[0046] Wenn der Gurt ausgezogen wird, spricht die Blockiervorrichtung der Aufrollvorrichtung an, und die Aufrollvorrichtung wird zur Zeit  $t_{lock}$  blockiert, wie an Punkt 22 in Fig. 2 gezeigt. Der Zeitraum von  $t_{min}$  bis  $t_{lock}$  weist eine Dauer  $b$  auf, wie in Fig. 3 gezeigt.

[0047] Zum Zeitpunkt  $t_{lock}$  wird die Aufrollvorrichtung durch den Blockiermechanismus blockiert, der zu der Aufrollvorrichtung gehört. Typischerweise könnte  $t_{lock}$  15 bis 19 ms nach  $t_0$  sein. Der genaue Zeitraum zwischen  $t_0$  und  $t_{lock}$  könnte von Faktoren wie etwa Unterschiede im Gewicht des Sitzbenutzers oder der Schwere des Unfalls, jedoch hauptsächlich von der spezifischen Auslegung und dem Funktionieren der Vorspannvorrichtung abhängen.

[0048]  $t_{lock}$  könnte kurz vor, gleichzeitig mit oder kurz nach dem Hauptaufprall des Unfalls auftreten, der gegenwärtig zur Betrachtung steht. Während dieses Hauptaufpralls wird das Fahrgestell einer starken Verlangsamung unterworfen, und möglicherweise auch einer Beschleunigung in die Rückwärtsrichtung, besonders wenn der Aufprall ein Zusammenprall mit einem Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit ist, das sich in der entgegengesetzten Richtung fortbewegt.

[0049] Während dieser Phase des Unfalls fungiert der Gurt des Sicherheitsgurts zum Verlangsamen des Insassen und möglicherweise zum Beschleunigen des Insassen nach hinten, je nach der Bewegung des Fahrgestells. Während dieser Phase wird die Kraft im Gurt erhöht, bis die Kraft das höhere Niveau  $F_2$  erreicht. Wenn die Kraft den höheren Grad  $F_2$  erreicht, beginnt die Kraftbegrenzungsvorrichtung, Gurt auszugeben. Die Geschwindigkeit, mit der der Gurt ausgegeben wird, steht im Verhältnis zum Integral der relativen Beschleunigung ( $a_{rel}$ ) zwischen dem Fahrgestell und dem Insassen. Die relative Beschleunigung ( $a_{rel}$ ) ist die Differenz zwischen der Be-

schleunigung des Fahrgestells ( $a_c$ ) und der Beschleunigung des Insassen ( $a_o$ ). Daher gilt:

$$a_{rel} = a_c - a_o.$$

[0050] Die Beschleunigung des Fahrgestells ist größer oder gleich der Beschleunigung des Insassen. Die Beschleunigung des Insassen steht im Verhältnis zum Kraftniveau  $F_2$  dividiert durch die Masse des Insassen. Wenn die Masse des Insassen groß ist, kann  $a_o$  klein sein,  $a_{rel}$  kann jedoch groß sein. Daher wird typischerweise für einen schwereren Insassen mit einer höheren Geschwindigkeit Gurt ausgegeben.

[0051] Der Zeitraum zwischen  $t_{lock}$  und dem Punkt, an dem die Widerstandskraft  $F_2$  erreicht ist, Punkt 23, wie in der grafischen Darstellung gezeigt, weist eine Dauer  $\underline{c}$  auf, und dieser Zeitraum liegt normalerweise zwischen 10 und 25 ms. Diese Variation der Zeit erfolgt typischerweise aufgrund des Gewichts des Insassen und der genauen Natur des Zusammenstoßimpulses, das heißt des Zeitraums zwischen dem ersten Aufprall und dem Hauptaufprall in der betrachteten Unfallsituation, und außerdem aufgrund des Grads der Verlangsamung oder Rückwärtsbeschleunigung, die auf das Fahrgestell des Fahrzeugs in der besonderen Zusammenstoßsituation ausgeübt wird.

[0052] Es ist daher zu verstehen, daß der Zeitraum zwischen  $t_{lock}$  und dem Punkt 23, an dem die Kraft  $F_2$  durch die Kraftbegrenzungsvorrichtung vorgesehen wird, abhängig von den genauen Umständen eine sehr unterschiedliche Dauer aufweisen kann, wobei ein kurzer Zeitraum von 10 ms in einigen Situationen und ein Zeitraum von 100 ms in anderen Situationen auftritt.

[0053] Während dieser Phase zwischen  $t_{lock}$  und Punkt 23 bewegt sich der Sitzbenutzer jedoch nur sehr wenig und hauptsächlich aufgrund der Elastizität des Gurts nach vorne.

[0054] Während dieser Phase, das heißt während der Bewegungsphase mit elastischem Dehnen des Gurts im Anschluß an das Blockieren der Welle und bevor der Sitzbenutzer den Gurt in einem solchen Ausmaß gedehnt hat, daß die volle Widerstandskraft  $F_2$  der Kraftbegrenzungsvorrichtung auftritt, nimmt der Sensor, der die Sicherheitsgurtlänge, die ausgezogen wurde, erfaßt, zur Zeit  $t_{ref}$  eine Bezugsmessung vor und mißt oder setzt wirksam eine Bezugssicherheitslänge, die ausgezogen wurde,  $L_{ref}$  fest. Diese Bezugslänge wird als Anfangspunkt beim Messen einer Gurtlänge, die gegen eine spezifische Widerstandskraft  $F_2$  ausgezogen werden soll, verwendet, wie im folgenden beschrieben.

[0055] Der Punkt, an dem die Bezugsmessung vorgenommen wird, ist als Punkt 24 in der grafischen Darstellung von Fig. 2 gezeigt. Beim Vornehmen der Messung soll  $t_{ref}$  ein ausgewählter Zeitraum, vorzugsweise innerhalb des Zeitraums von 20 bis 30 ms, insbesondere vorzugsweise innerhalb eines Zeitraums von 20 ms, nach  $t_o$  sein, um zu gewährleisten, daß sich die Zeit  $t_{ref}$  tatsächlich im Zeitraum  $\underline{c}$  im Anschluß

an  $t_{lock}$  befindet, oder alternativ dazu kann die Messung zur Zeit  $t_{ref}$  als Reaktion auf das Blockieren der Welle der Aufrollvorrichtung vorgenommen werden.

[0056] Wenn sich der Insasse nach vorne bewegt, nachdem der Punkt 23 in der grafischen Darstellung erreicht ist, kommt es zur Widerstandskraft  $F_2$ , wenn der Sicherheitsgurt ausgezogen wird. Dies ist durch die horizontale Linie 25 der grafischen Darstellung gezeigt. Die Zeit, die der Insasse zum Bewegen nach vorne aufwendet, ist ohne jegliche Bedeutung, da die Widerstandskraft  $F_2$  erhalten bleibt, bis eine vorgegebene Gurtlänge ausgezogen wurde, wobei die Länge nach der Bezugsmenge  $L_{ref}$  bemessen wird. Nachdem eine vorgegebene Gurtlänge ausgegeben wurde, wie nach der Bezugsmenge bemessen,  $L_{ref}$  an Punkt 26 in der grafischen Darstellung und als  $L_{ch}$  gekennzeichnet, sieht die Kraftbegrenzungsvorrichtung 10 nicht länger die hohe Widerstandskraft  $F_2$ , sondern die niedrigere Widerstandskraft  $F_1$  vor, wie an Punkt 27 in der grafischen Darstellung gezeigt. Dies kann man sich als Wechseln vom Torsionsstab zum Torsionsrohr der Anordnung von WO 9749583-A vorstellen. Es erfolgt dann eine fortgesetzte Vorwärtsbewegung des Insassen gegen die viel niedrigere Widerstandskraft, wie an Linie 28 gezeigt. In einem typischen Fall wird während dieser Bewegungsphase des Sitzbenutzers außerdem durch einen sich aufblasenden Airbag Energie absorbiert, wie an Linie 29 gestrichelt gezeigt.

[0057] Es ist zu verstehen, daß die Änderung des Kraftniveaus der Kraftbegrenzungsvorrichtung auftritt, wenn eine bestimmte Menge Sicherheitsgurt mit der gemessenen Länge  $L_{ref}$  ausgezogen wurde, und sie daher auftritt, wenn eine bestimmte Menge Energie absorbiert wurde. Bei der beschriebenen Anordnung ist die Sicherheitsgurtlänge, die ausgezogen wird, nach einem Bezugspunkt bemessen, der tatsächlich die Sicherheitsgurtlänge ist, die in dem Moment ausgezogen ist, in dem die Aufrollvorrichtung blockiert wird. Da die Gurtlänge, die während dem Zeitraum der Dauer  $\underline{c}$  zwischen  $t_{lock}$  und wenn die Kraft  $F_2$  erzielt wird, herausgezogen wird, sehr kurz ist, ist jegliche Bezugsmessung, die in diesem Zeitraum vorgenommen wird, in ausreichendem Maße genau. Der Augenblick dieses "Blockierens" ist etwas ungewiß, was den Augenblick des anfänglichen Erfassens einer Unfallsituation betrifft, und der Augenblick, in dem die Widerstandskraft  $F_2$  erreicht wird, ist ungewisser, und daher ist es angebracht, den Augenblick, in dem die Aufrollvorrichtung blockiert wird, oder einen Augenblick, der zeitlich sehr kurz nach diesem Augenblick erfolgt, als einen Bezugspunkt zum Bestimmen von  $L_{ref}$  zu nutzen. Daher wird, vorausgesetzt die Strecke  $L_{ref}$  ist während des Zeitraums zwischen  $t_{lock}$  und Punkt 23 bestimmt, wenn die Widerstandskraft  $F_2$  erreicht wird, der gemessene Punkt  $L_{ch}$  nahezu genau an der gewünschten Position sein, und die Energiemenge, die vor der Kraftänderung absorbiert wird, wird daher gleichfalls fast exakt die gewünschte Menge sein, ungeachtet der Zeitdauer



nach dem Beginn des Unfalls, bevor die Kraft  $F_2$  erreicht wird. Die absorbierte Energie steht im Verhältnis zu der herausgezogenen Gurtlänge multipliziert mit der Kraft.

[0058] Der Sicherheitsgurt wird herausgezogen, bis eine maximale Ausdehnung  $L_{\max}$  erreicht ist, ein Punkt, an dem die gesamte kinetische Energie des Insassen absorbiert ist.  $L_{\max}$  ist so ausgewählt, daß die kinetische Energie des Insassen absorbiert ist, bevor der Insasse das Lenkrad oder die Windschutzscheibe tatsächlich erreicht.

[0059] Der Übergang von dem hohen Energieabsorptionsniveau  $F_2$  zu dem niedrigen Energieabsorptionsgrad  $F_1$ , wie an Punkt 26 und 27 in der grafischen Darstellung gezeigt, ist durchgeführt, wenn eine vorgegebene Sicherheitsgurtlänge  $L_{ch}$  ausgezogen wurde. Diese vorgegebene Sicherheitsgurtlänge ist, wie beschrieben, vorzugsweise nach  $L_{ref}$  bemessen, könnte jedoch alternativ auch nach  $L_0$ , der Sicherheitsgurtmenge, die aus der Aufrollvorrichtung gerade bevor dem Beginn der Unfallsituation herausgezogen ist, oder nach  $L_{\min}$  bemessen sein, der Sicherheitsgurtmenge, die aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen ist, gerade nachdem die Vorspannvorrichtung den Sicherheitsgurt vorgespannt hat.

[0060] Es ist zu verstehen, daß der Insasse während des letzten Abschnitts des Herausziehens des Sicherheitsgurts zurückgehalten wird, und zwar nicht nur durch den Sicherheitsgurt, sondern auch durch den Airbag, und deshalb bleibt die Geschwindigkeit des Herausziehens des Sicherheitsgurts im wesentlichen konstant, und die Gesamtverzögerungskraft, die auf den Insassen ausgeübt wird, bleibt im wesentlichen konstant. Fig. 3 zeigt bei 30 gestrichelt die Situation, die vorherrschen würde, wenn sich der Airbag nicht aufblasen würde.

[0061] Wenn der Sitzbenutzer schwer oder groß ist, wird bevorzugt, daß die Sicherheitsgurtlänge, die gegen die hohe Widerstandskraft  $F_2$  ausgezogen wird, etwas länger als für einen Sitzbenutzer von normalem Gewicht sein sollte. Fig. 4 ist daher eine grafische Darstellung, die Fig. 2 entspricht und bei der dieselben Bezugszeichen verwendet wurden, die sich jedoch auf einen schweren Sitzbenutzer bezieht.

[0062] Wie aus Fig. 4 ersichtlich, zeigt der Anfangspunkt der grafischen Darstellung eine von der Welle gezogene Sicherheitsgurtlänge  $L_{ob}$ , die geringer als die Länge  $L_0$  ist, wie sie in Fig. 2 herausgezogen ist. Der Grund dafür ist, daß bei einem schweren oder großen Sitzbenutzer der Fahrzeugsitz weiter vom Lenkrad weg bewegt ist, was bedeutet, daß anfänglich weniger Sicherheitsgurt herausgezogen werden muß. Es ist jedoch gleichermaßen ersichtlich, daß der Abstand zwischen  $L_{ob}$  und  $L_{\max}$  und auch der Abstand zwischen  $L_{ref}$  und  $L_{chb}$  viel größer als die entsprechenden Abstände in Fig. 2 sind. Der Abstand zwischen  $L_{ref}$  und  $L_{chb}$  ist größer, um zu ermöglichen, daß mehr Energie absorbiert wird. Die Abstände sind allerdings immer noch so, daß der Insasse bei  $L_{\max}$  das Lenkrad oder die Windschutzscheibe tatsächlich noch

nicht erreicht hat.

[0063] Unter Bezugnahme auf Fig. 5 ist zu verstehen, daß es für einen leichtgewichtigen Insassen wünschenswert sein könnte, die sehr starke Energieabsorptionskraft wegzulassen und nur die relativ niedrige Kraft zu anzuwenden. Deshalb ist unter Bezugnahme auf Fig. 5 zu beachten, daß der Anfangsauszug  $L_{os}$  größer als der Gurtauszug  $L_0$  in Fig. 2 ist. Der Grund dafür ist, daß bei einem leichtgewichtigen Sitzbenutzer der Fahrzeugsitz näher an das Lenkrad bewegt ist als bei einem Sitzbenutzer mit normalem Gewicht, was bedeutet, daß anfänglich mehr Sicherheitsgurt aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen werden muß, um den Sicherheitsgurt in Position anzuordnen.

[0064] Im Anschluß an den Beginn des Unfalls an Punkt 20 wird Sicherheitsgurt von dem Anfangsauszug  $L_{os}$  zu einem Auszug  $L_{\min}$  herausgezogen, wie an Punkt 21 gezeigt. Während des Hauptzusammenstoßimpulses, das heißt während des Zeitraums  $c$ , wird der Sicherheitsgurt aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen und die Widerstandskraft wächst, bis sie das Kraftniveau  $F_1$  bei 23 erreicht. Anschließend kann sich der Insasse unter Herausziehen des Sicherheitsgurts gegen die Widerstandskraft  $F_1$  vorwärts bewegen, wie bei 25 gezeigt, bis der maximale Sicherheitsgurtauszug  $L_{\max}$  erreicht ist. Es ist zu verstehen, daß während des beschriebenen Vorgangs viel weniger Energie absorbiert wird, da nur die relativ niedrige Widerstandskraft  $F_1$  genutzt wird. Dies ist jedoch bei einem leichtgewichtigen Insassen ein ausreichender Energieabsorptionsgrad, da die Anwendung des höheren Kraftniveaus  $F_2$  nur bei Personen mit normalem oder übernormalem Gewicht erforderlich ist.

[0065] Fig. 6 ist eine grafische Figur, die eine Ausführungsform betrifft, in der die Steuereinheit das Steuersignal nicht nur als Reaktion auf einen vorgegebenen Sicherheitsgurtauszug nach der Blockierung der Welle der Aufrollvorrichtung, sondern auch als Reaktion auf den Auszug einer spezifischen Sicherheitsgurtlänge und außerdem einem nachfolgenden Zeitraum erzeugt. Der Zeitraum kann als Reaktion auf erfaßte Zusammenstoßbedingungen eingestellt sein, so daß der Zeitraum im Verhältnis zur Schwere des Zusammenstoßes steht, und deshalb kann die beschriebene Anordnung einen optimalen Effekt vorsehen. Daher bestimmt in dieser Ausführungsform die Steuereinheit 12, wenn eine vorgegebene Sicherheitsgurtlänge ( $L_1$ ) im Anschluß an  $t_{ref}$  ausgezogen wurde, was sehr kurz nach dem Blockieren der Welle der Aufrollvorrichtung ist, und startet einen internen Zeitgeber, der einen vorgegebenen Zeitraum ( $T_1$ ) zeitet, so daß das Steuersignal die Änderung der Widerstandskraft vom höheren Niveau  $F_2$  zum niedrigeren Niveau  $F_1$  bewirkt.

[0066] Fig. 6 zeigt für eine gegebene Schwere eines Unfalls die Sicherheitsgurtlänge, die von der Welle der Aufrollvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform abgezogen ist, in Abhängigkeit von der

Zeit, wobei die wachsende Länge in Richtung auf die Vorderseite der Seite gezeigt ist, und daher weist die Figur einige Ähnlichkeit mit Fig. 3 auf. Die Sicherheitsgurtlänge, die aus der Aufrollvorrichtung gezogen ist, nimmt im Anschluß an den Beginn des Unfalls bei  $t_0$  an Punkt 20 in der grafischen Darstellung ab. An Punkt 21 liegt der Sicherheitsgurt völlig stramm an dem Fahrzeuginsassen an, und Zeitraum  $a$  endet und Zeitraum  $b$  beginnt. Während Zeitraum  $b$  könnte sich der Insasse leicht in dem Sitz nach vorne bewegen, und Zeitraum  $b$  endet an Punkt 22 in der grafischen Darstellung, wenn die Welle der Aufrollvorrichtung bei  $t_{lock}$  blockiert. Kurz nachdem die Welle bei  $t_{lock}$  blockiert hat, wie an Punkt 24 gezeigt, wird die Sicherheitsgurtlänge  $L_{ref}$ , die aus der Aufrollvorrichtung herausgezogen ist, bestimmt oder festgesetzt. Während dieses Zeitraums im Anschluß an  $t_{lock}$  wird der Insasse weiterhin nach vorne gedrückt, wobei er den Gurt gegen eine Rückhaltekraft dehnt, die während des Zeitraums  $c$  auf das Niveau  $F_2$  anwächst. Dieser Zeitraum ist für eine schwere Person relativ kurz, wie durch Linie 30 veranschaulicht, wobei der Zeitraum etwa 10 ms beträgt, da die hohe Rückhaltekraft im Anschluß an das Blockieren der Aufrollvorrichtung schnell erreicht wird. Der Zeitraum  $c$  für die schwere Person, die durch Linie 30 gekennzeichnet ist, endet wie durch Linie 40 gezeigt, und dann wird der Sicherheitsgurt gegen die Verzögerungskraft  $F_2$  herausgezogen und ist mit  $C_{min}$  gekennzeichnet. Die Linie 50 zeigt die gewünschte Länge  $L_{ch}$  für eine schwere Person.

[0067] Bei Betrachtung des Beispiels für eine leichte Person, wie durch Linie 34 angegeben, ist ersichtlich, daß der Zeitraum  $c$  relativ lang ist und erst an dem Punkt endet, der durch Linie 44 angegeben ist. Der Zeitraum ist mit  $C_{max}$  gekennzeichnet. Die Linie 54 zeigt die gewünschte Länge  $L_{ch}$  für eine leichte Person.

[0068] Es ist ersichtlich, daß, wenn die Zeit zwischen dem Punkt, an dem eine vorgegebene Sicherheitsgurtlänge  $L_1$  nach  $L_{ref}$  herausgezogen wurde, bis die Linie, die die gewünschte Länge  $L_{ch}$  darstellt, erreicht ist, die Zeit in jedem Falle dieselbe ist, nämlich  $T_1$ . Es ist außerdem ersichtlich, daß derselbe Effekt für Insassen mit abnehmendem Gewicht zu beobachten ist, wie nacheinander durch Linie 31, 32 und 33 angezeigt. Die gewünschte Länge  $L_{ch}$  für jedes Beispiel ist durch Linie 60 verbunden dargestellt.

[0069] Daher ist zumindest in einer guten Annäherung die Länge  $L_{ch}$  erreicht, nachdem eine erste vorgegebene Sicherheitsgurtlänge  $L_1$  herausgezogen wurde und eine weitere Gurtlänge während eines Zeitraums  $T_1$  herausgezogen wurde. Infolgedessen ist es durch Bestimmen, wenn die Sicherheitsgurtlänge  $L_1$  herausgezogen ist, und dann Messen der Zeit  $T_1$  zum Erzeugen des Steuersignals zum Ausführen der Änderung der Widerstandskraft nicht notwendig, jegliche Messung jeglicher Parameter des Insassen bezüglich der Größe des Insassen vorzunehmen, wodurch die Anzahl der Sensoren minimiert ist, die

vorgesehen sein müssen.

[0070] Die Auszugsgeschwindigkeit des Sicherheitsgurts ist bei einem schwereren Zusammenstoß höher, und daher paßt sich das beschriebene System automatisch an die Schwere des Zusammenstoßes an. Wenn das System so funktionieren soll, daß es nicht nur als Reaktion auf die Schwere eines Zusammenstoßes reagiert und seine Leistung variiert, sondern auch in Abhängigkeit des Gewichts des Insassen, dann können die genauen Werte von  $L_1$  und  $T_1$  abhängig von der erfaßten Schwere des Zusammenstoßes variiert werden.

[0071] Während in Verbindung mit den grafischen Darstellungen von Fig. 3, 4 und 5 Bezug auf die verschiedenen Betriebseigenschaften genommen wurde, die abhängig vom Gewicht des Sitzbenutzers vorgesehen sind, ist völlig zu verstehen, daß diese verschiedenen Eigenschaften als Reaktion auf jegliche erfaßte Parameter bezüglich des Gewichts des Sitzbenutzers wie ein erfaßter Parameter des Wassergehalts des Sitzbenutzers und ein erfaßter Parameter bezüglich der Größe des Sitzbenutzers vorgesehen sein können.

[0072] Es ist einzusehen, daß in einigen Ausführungsbeispielen das jeweilige von der Kraftbegrenzungsvorrichtung ausgeübte Kraftniveau kontinuierlich variieren kann, obwohl in bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung das Kraftniveau nur zwischen einer begrenzten Anzahl von diskreten Niveaus wechseln kann. Während Ausführungsformen offenbart sind, in denen das Kraftniveau zwischen zwei diskreten Niveaus wechseln kann, ist es verständlich, daß das Kraftniveau zwischen einer Mehrzahl diskreter Niveaus wechseln kann. Es ist einzusehen, daß das jeweils von der Kraftbegrenzungsvorrichtung aktuell ausgeübte Kraftniveau als eine Funktion der Unfallschwere bestimmt werden kann. Daher kann bei einem besonders schweren Unfall ein anfängliches Kraftniveau auf einen sehr hohen Niveau eingestellt werden, was durch die Benutzung sowohl des Torsionsstabes als auch des Torsionsrohres gemäß der WO 97/49583-A sichtbar gemacht werden kann.

[0073] Zur Vereinfachung der Herstellung kann das Verhältnis zwischen dem Gewicht oder anderen Parametern des Insassen und dem Funktionieren der Kraftbegrenzungsvorrichtung derart sein, daß die Kraftbegrenzungsvorrichtung eine begrenzte Anzahl diskreter Betriebsmodi, wie zum Beispiel drei Modi, wie beschrieben, aufweist. Daher wird ein Sitzbenutzer durch den geeigneten Sensor eingeschätzt, um zu bestimmen, welche Benutzerkategorie auf dem Sitz anwesend ist und welcher Betriebsmodus daher anzuwenden ist.

[0074] In dem angeführten Beispiel kann daher ein Sitzbenutzer als "leicht", "normal" oder "schwer" eingeschätzt werden, und die beschriebene Anordnung funktioniert dann in der angebrachten Art und Weise.

[0075] In der vorliegenden Beschreibung bedeutet "umfaßt" "beinhaltet oder besteht aus" und "umfas-

send" "beinhaltend oder bestehend aus".

### Zusammenfassung

[0076] Eine Sicherheitsgurtanordnung zum Gebrauch in einem Kraftfahrzeug hat einen Sicherheitsgurt (5), dessen eines Ende mit einer Aufrollvorrichtung (8) verbunden ist, wobei ein Sensor (11) ein Signal erzeugt, welches repräsentativ für den Betrag des Sicherheitsgurtauszuges aus der Aufrollvorrichtung ist. Eine Kraftbegrenzungsvorrichtung (10) ist der Aufrollvorrichtung zugeordnet, um einen Gurtbandauszug mit einem variablen Kraftbegrenzungseffekt zu ermöglichen. Eine Steuereinheit (12) ändert das von der Kraftbegrenzungsvorrichtung (14) ausgeübte Kraftniveau in Abhängigkeit von der Länge des Gurtbandauszuges aus der Aufrollvorrichtung.

### Patentansprüche

1. Sicherheitsgurtanordnung zum Gebrauch in einem Kraftfahrzeug, wobei die Sicherheitsgurtanordnung einen mit einem Ende mit einer Aufrollvorrichtung verbundenen Sicherheitsgurt, einen Sensor zur Erzeugung eines die Länge des aus der Aufrollvorrichtung ausgezogenen Sicherheitsgurtes darstellenden Signals, eine der Aufrollvorrichtung zugeordnete Kraftbegrenzungsvorrichtung, die dazu geeignet ist, das der Sicherheitsgurt mit einem variablen Kraftbegrenzungseffekt ausgegeben wird, ferner Mittel zum Ändern des durch die Kraftbegrenzungsvorrichtung ausgeübten Kraftniveaus sowie eine Steuereinheit zum Empfangen eines Signals von dem Sensor und zum zumindest teilweise als Reaktion auf das Signal erfolgenden Erzeugen eines Ausgangssignals zum Steuern des das Kraftniveau ändernden Mittels umfaßt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Aufrollvorrichtung eine Vorspannvorrichtung beinhaltet.

3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei die Steuereinheit das Ausgangssignal als Reaktion auf die Sicherheitsgurtlänge erzeugt, die über die vor der Aktivierung der Vorspanneinrichtung ausgezogene Gurtlänge hinaus ausgezogen wurde.

4. Anordnung nach Anspruch 2, wobei die Steuereinheit das Ausgangssignal als Reaktion auf die Sicherheitsgurtlänge erzeugt, die über die unmittelbar nach dem Aktivieren der Vorspannvorrichtung ausgezogene Gurtlänge hinaus ausgezogen wurde.

5. Anordnung nach Anspruch 2, wobei Mittel zum Blockieren des Sicherheitsgurts als Reaktion auf einen erfaßten Parameter vorgesehen sind und die Steuereinheit das Ausgangssignal zumindest teilweise als Reaktion auf eine vorgegebene Sicherheitsgurtlänge erzeugt, die über eine Bezugslänge hinaus ausgezogen wurde, wobei Mittel zum Bestimmen der

Bezugslänge im oder kurz nach dem Augenblick des Blockierens des Sicherheitsgurts vorgesehen sind.

6. Anordnung nach Anspruch 5, wobei ein Zusammenstoßsensor vorgesehen ist und die Mittel zum Bestimmen der Bezugslänge geeignet sind, in einem vorgegebenen Zeitraum nach der Erkennung des Zusammenstoßes durch den Zusammenstoßsensor betätigt zu werden.

7. Anordnung nach Anspruch 6, wobei der vorgegebene Zeitraum 20 bis 30 ms beträgt.

8. Anordnung nach Anspruch 7, wobei der vorgegebene Zeitraum 20 ms beträgt.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Steuereinheit geeignet ist, das Steuersignal in einem vorgegebenen Zeitraum nach Auszug der vorgegebenen Sicherheitsgurtmenge zu erzeugen.

10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei Mittel zum Auswählen des vorgegebenen Zeitraums und der vorgegebenen Sicherheitsgurtlänge als Reaktion auf ein Signal vorgesehen sind, das die Schwere des Zusammenstoßes anzeigt.

11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein weiterer Sensor zum Erzeugen eines Signals vorgesehen ist, das einen Parameter des Insassen darstellt und an die Steuereinheit geleitet wird, wobei das Ausgangssignal der Steuereinheit auch mit dem Signal aus dem zweiten Sensor in Beziehung steht.

12. Anordnung nach Anspruch 11, wobei der weitere Sensor das Gewicht des Sitzbenutzers bestimmt.

13. Anordnung nach Anspruch 11, wobei der weitere Sensor ein kapazitiver Sensor ist, der geeignet ist, den Wassergehalt des Sitzbenutzers zu bestimmen.

14. Anordnung nach Anspruch 11, wobei der weitere Sensor ein optischer Sensor ist, der geeignet ist, einen Größenparameter des Sitzbenutzers zu bestimmen.

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei die Steuereinheit geeignet ist, einen Sitzbenutzer als Reaktion auf das Signal, das einen Parameter darstellt, in eine von mehreren Kategorien einzustufen, wobei die Sicherheitsgurtlänge, die zurückgezogen werden muß, um die Änderung in dem kraftbegrenzenden Effekt zu bewirken, von der Kategorie des Sitzbenutzers abhängt.

16. Anordnung nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, wobei der variable kraftbegrenzende Effekt mehrere diskrete Kraftniveaus umfaßt.

17. Anordnung nach Anspruch 16, wobei die Kraftgrade zwei diskrete Kraftniveaus umfassen.

18. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Zusammenstoßsensor vorgesehen ist, der geeignet ist, ein die Schwere des Zusammenstoßes darstellendes Signal zu erzeugen, und der kraftbegrenzende Effekt angepaßt ist, eine Funktion der Schwere des Zusammenstoßes zu sein.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



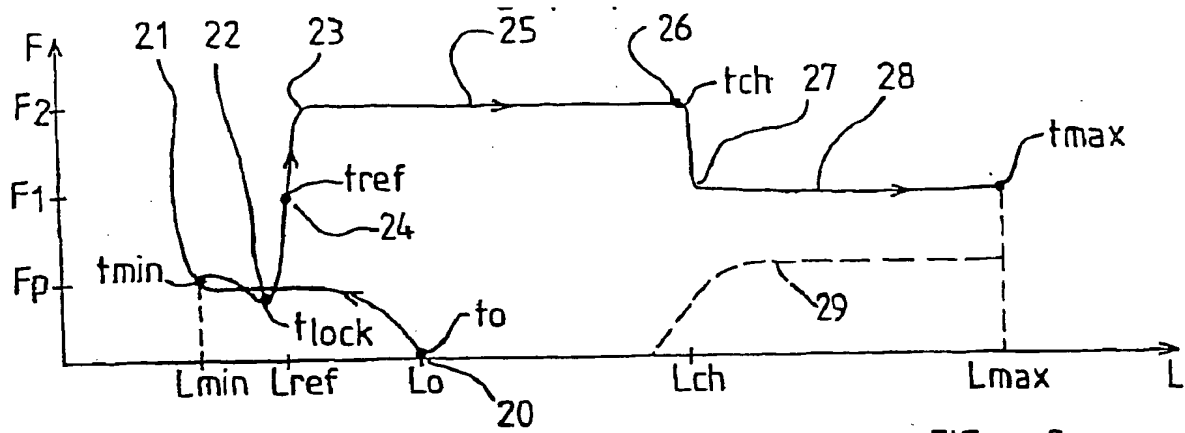


FIG 2

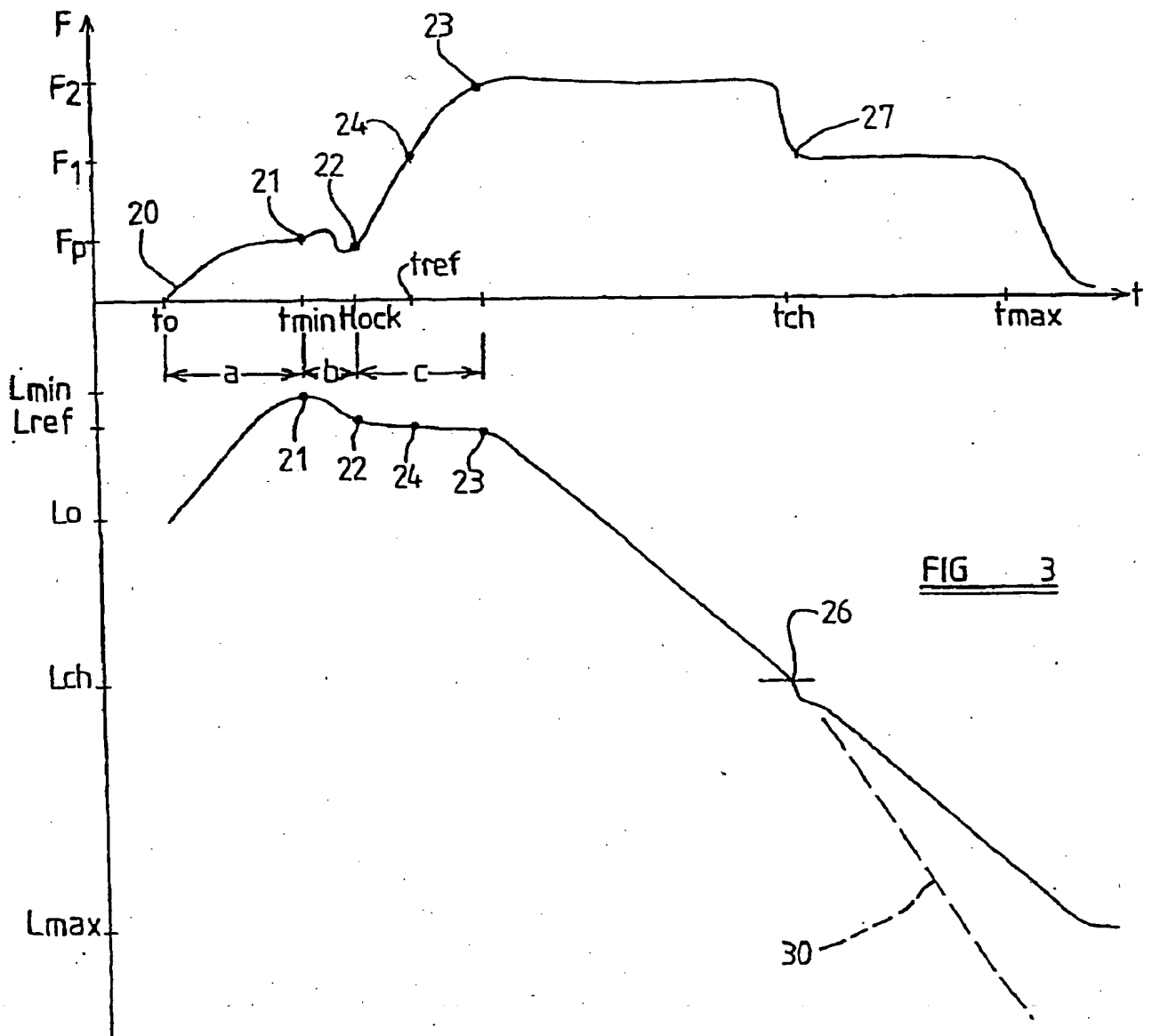


FIG 3

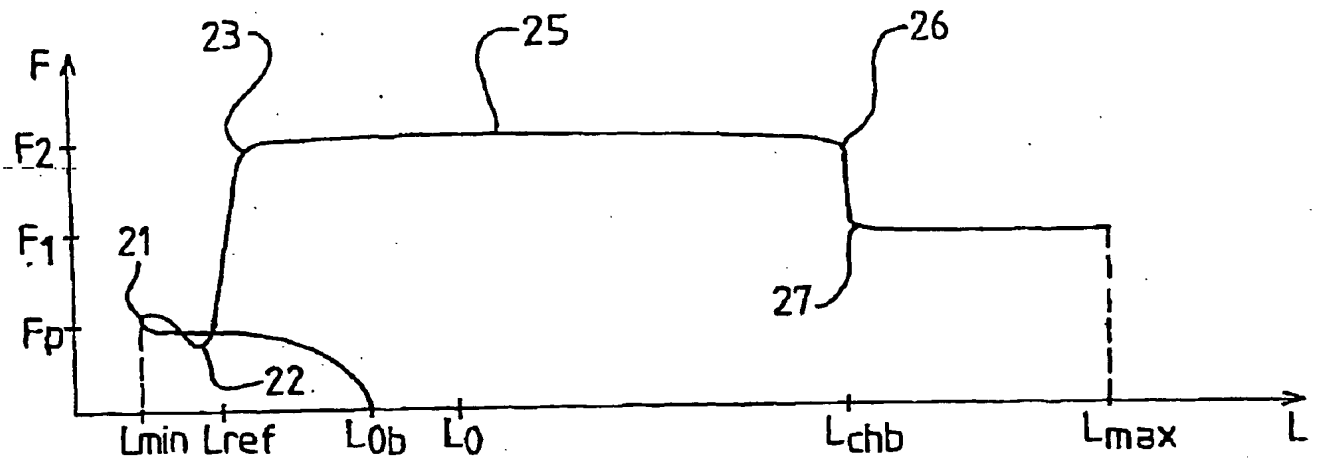


FIG 4

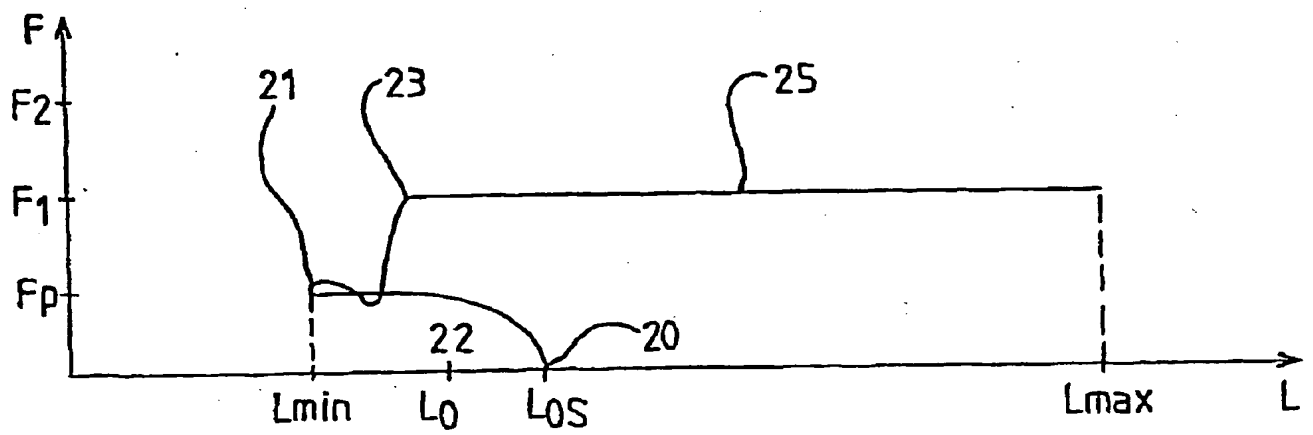


FIG 5

